

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 76 12405

(54) Procédé de séchage de foin, dispositif relatif à l'application de ce procédé et utilisation de ce procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). F 26 B 21/06; A 01 F 25/22.

(22) Date de dépôt 27 avril 1976, à 15 h 5 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Suisse le 30 avril 1975, n. 5.569/75 au nom de la demanderesse.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 48 du 26-11-1976.

(71) Déposant : Société dite : AEBI & CO. AG. MASCHINENFABRIK, résidant en Suisse.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet L. A. de Boisse.

La présente invention concerne un procédé de séchage de foin, dans lequel le foin est traversé par un courant d'air. Des installations similaires de séchage ou de ventilation servant à aérer le foin sont en général déjà connues. A ce propos, le cultivateur dé-
5 termine généralement quand l'installation doit être enclenchée, c'est-à-dire lorsque les conditions de séchage du foin sont favorables. Il est toutefois difficile de déterminer avec précision le degré de dessiccation déjà atteint par le foin, et si l'air à dis-
10 position permet encore le séchage ou non. Cette décision est particulièrement difficile à prendre par le fait que l'équilibre hygrométrique peut différer selon le genre de fourrage et la température. Le foin ne peut être séché par un air à humidité donnée au-delà de l'équilibre hygrométrique. Les valeurs suivantes sont variables dans le cas d'une température de l'air égale à 20°C:

15	humidité relative	95 %	80 %	60 %	40 %
	équilibre hygrométrique	40-55 %	26-32 %	18-22 %	15-17 %

Si l'air utilisé pour le séchage du foin possède une humidité relative propre supérieure à l'humidité résiduelle du foin à sécher (par exemple humidité relative de l'air égale à 95 % et foin contenant 30 % d'humidité résiduelle), il s'ensuit que cet air humidi-
20 fie le foin. De l'eau en provenance de l'air s'accumule dans le foin, provoquant ainsi une prolongation inutile de la durée de séchage.

Cela justifie la nécessité de rechercher les moyens de mesure
25 de l'humidité résiduelle du foin et de commande automatique de la ventilation, de telle sorte qu'un séchage s'opère dans des conditions optimales. On connaît déjà une installation de séchage qui est exclusivement asservie à une mesure d'humidité relative. Il est possible d'ajuster la valeur de l'humidité relative à partir
30 de laquelle l'installation doit réagir. Ce genre d'installation n'a pas fait ses preuves et a presque complètement disparu du marché à l'heure actuelle.

La présente invention se propose de déterminer effectivement si l'humidité du foin à sécher a été réellement retirée ou si quelque
35 humidité subsiste, et ce afin de commander l'installation de ventilation en fonction du résultat de l'évaluation.

Le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que de l'air

est injecté au travers du foin de manière intermittente, qu'au moins une grandeur physique de l'air pénétrant dans le foin et de l'air évacuant le foin est mesurée, que la mesure définit si l'humidité est accumulée ou soutirée du foin, et que la ventilation intermittente se transforme en ventilation permanente dès que l'humidité a été retirée du foin. Il a été montré qu'une commande correcte de l'installation de séchage est possible, moyennant une mesure simple et sûre de la température de l'air pénétrant dans le foin et celle de l'air évacué du foin. Si de l'humidité est soutirée du foin, il s'ensuit un refroidissement de l'air provoqué par la chaleur de vaporisation, c'est-à-dire que l'air pénétrant est plus chaud que l'air évacué. En cas contraire, c'est-à-dire lorsque de l'humidité est accumulée dans le foin, l'air pénétrant est plus froid que l'air évacué eu égard à la chaleur de condensation qui réchauffe l'air. Une décroissance de la température de l'air au travers du foin à sécher annonce que celui-ci est réellement séché et, dans ce cas, l'exploitation intermittente se transforme en exploitation permanente.

L'invention concerne aussi un dispositif relatif à l'application du procédé décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comporte un premier appareillage de commande de l'enclenchement intermittent du mécanisme de ventilation, des capteurs de mesure de l'air pénétrant et de l'air évacué pour la mesure d'au moins une grandeur, ainsi qu'un second appareillage de commande qui contrôle la transition de l'exploitation de mécanisme de ventilation du mode intermittent au mode permanent, et dont le mode appliqué est subordonné aux résultats de la mesure.

L'objet de l'invention consiste également à appliquer, de manière appropriée, le procédé décrit ci-dessus, en vue de la commande du chauffage d'une installation de ventilation pour le séchage du foin; dans ladite installation, la puissance de chauffe est augmentée lorsque de l'humidité est accumulée dans le foin. De nombreuses installations de séchage sont munies d'un chauffage complémentaire et peuvent fonctionner avec ou sans ce dernier. Dans de telles installations il est aujourd'hui possible non seulement de déterminer s'il faut ventiler de manière intermittente ou de manière permanente, mais on peut aussi décider si la ventilation s'opère

avec ou sans chauffage, ou à puissance de chauffe élevée ou réduite.

Un exemple d'exécution de commande automatique d'une installation de séchage du foin complété par des figures va maintenant
5 permettre de détailler l'invention.

La figure 1 représente schématiquement l'installation de séchage.

La figure 2 montre le circuit d'activation de la commande automatique.

10 La figure 1 montre le tas de foin 1 reposant sur une claie 2. L'espace vide situé sous la claie permet à un ventilateur 3 d'insuffler de l'air qui pénètre alors dans le tas de foin et en ressort au haut de celui-ci. La figure 1 représente une partie d'une installation de transport et d'entreposage de foin de construction
15 classique.

Un capteur de température F_1 , relié au système de commande automatique par un câble 4, est placé à l'entrée du canal de ventilation dans l'espace libre sous la claie 2. Un second capteur de température F_2 , relié au système de commande automatique par un
20 câble 6, est suspendu à un trépied situé sur le tas de foin. Durant l'exploitation, les capteurs de température F_1 et F_2 mesurent la température de l'air pénétrant par le bas dans le tas de foin et celle de l'air évacuant le tas de foin par le haut.

Ainsi que le montre la figure 2, les capteurs de température
25 F_1 et F_2 sont raccordés à un port de mesure, à tension stabilisée délivrée par un appareil d'alimentation 7. La tension de sortie du pont est appliquée à un amplificateur différentiel 8, dont la sortie actionne un relais 10 par l'intermédiaire d'une résistance 9. Ce relais possède les contacts 10a et 10b. L'amplificateur 8 et
30 le relais 10 sont conçus de telle sorte que le relais 10 est activé lorsque la température détectée par le capteur de mesure F_1 , c'est-à-dire la température de l'air pénétrant, est supérieure à la température de l'air évacué détectée par le capteur de mesure F_2 .

Le circuit comporte en outre les relais 11 à 14 auxquels sont
35 attribués les contacts 11a et 11b, resp. 12a, 12b et 12c, resp. 13a, 13b et 13c, resp. 14a et 14b. Les relais 13 et 14 sont à action différée ajustable, leurs contacts 13a et 14a réagissant immédiate-

ment, tandis que les contacts 13b et 14b sont soumis à une temporisation ajustable. Le circuit comporte en outre un contacteur muni des contacts 15a pour l'enclenchement du moteur 16 du ventilateur de séchage. Finalement, deux commutateurs à main A et H sont insérés et peuvent être actionnés au choix de manière indépendante l'un de l'autre. L'enclenchement à l'aide du commutateur A provoque l'exploitation automatique de l'installation tandis que l'enclenchement à l'aide du commutateur H provoque une ventilation permanente non automatique. Les résistances 17 et 18 sont connectées en parallèle aux contacts autointerrupteurs 11a et 12a du relais 11, resp. 12, ce qui permet au relais 11, resp. 12, de rester attiré à courant réduit. Les circuits des relais 11 et 12 aboutissent à un redresseur commun, de telle sorte que le condensateur 20 ou 21, raccordé en parallèle à ces relais, se charge lorsque le relais auquel il est attribué est activé. Les condensateurs 20 et 21 provoquent une certaine temporisation de la retombée des relais 11 et 12. Le circuit est représenté en position de repos, c'est-à-dire que les commutateurs A et H sont ouverts. La fermeture du commutateur H provoque l'activation du relais 11 qui se maintient au travers de la résistance 17, et ce même après l'ouverture de son contact autointerrupteur 11a.

Le contacteur 15 et par conséquent le moteur de ventilation est enclenché par l'intermédiaire du contact 11b. Le reste du circuit n'est pas alimenté, et la ventilation reste ainsi enclenchée jusqu'à ce que le personnel d'exploitation ouvre le commutateur H.

L'enclenchement du commutateur A provoque l'activation du relais 14 au travers des contacts 10a et 13c. Simultanément, le contact 14a active le relais 11, ce qui provoque un processus d'enclenchement du moteur de ventilation identique à celui décrit ci-dessus. Le contact 14b ferme au bout d'un certain temps, lequel est déterminé par l'obtention d'un état pratiquement stationnaire de la ventilation dans le foin. Cela provoque l'activation du relais temporisé 13, dont le contact 13c coupe l'alimentation du relais 14. Le relais 12 est activé, grâce au contact 14b et au contact 12c encore fermé, et se maintient par son contact 12b tandis que le contact 12c s'ouvre. Le contact 14a s'ouvre également lors de la retombée du relais 14, mais le relais 11 se maintient

jusqu'à la décharge du condensateur 20 qui lui est attribué. La fermeture successive du contact 12c puis du contact 12b due à l'activation des relais 13 et 12 provoque la mise sous tension de l'appareil d'alimentation, ce qui stimule par conséquent le pont de mesure des capteurs F_1 et F_2 . Le relais 10 est activé dès que la température de l'air au-dessus du tas de foin est inférieure à la température de l'air pénétrant au voisinage du capteur F_1 . L'alimentation des relais temporisés 13 et 14 est coupée par l'ouverture du contact 10a. Le relais 11 reste toutefois maintenu par le contact 10b qui se ferme, de telle sorte que le moteur de ventilation reste enclenché.

Le circuit conserve cet état, et il y a ventilation permanente, tant que la température au-dessus du tas de foin est inférieure à celle qui existe à l'entrée de l'air de séchage; cela signifie que, dans le foin, l'eau s'évapore, et donc celui-ci sèche. Si, dans des conditions de température et d'humidité relative de l'air données, la température au-dessus du tas de foin est égale à la température à l'entrée de la ventilation, ou alors croît par rapport à cette dernière, une prolongation du séchage n'est plus nécessaire. Le pont de mesure atteint une position d'équilibre ou au contraire se désaccorde, et le relais 10 retombe; les contacts 10a et 10b retournent ainsi dans la position de repos représentée. Par conséquent, l'alimentation de relais 11 est interrompue, mais celui-ci se maintient grâce au condensateur 20. Le relais temporisé 14 est à nouveau activé par l'intermédiaire du contact 10a qui se ferme, permettant ainsi au relais 11 d'être alimenté par le contact 14a. On en revient ainsi à l'état original mentionné ci-avant. La ventilation continue néanmoins durant un certain temps déterminé par le relais 14. Puis la commutation en vertu de laquelle le relais 13 est activé s'opère comme auparavant. L'appareil d'élimination est mis sous tension par 12b. Si, maintenant tout comme précédemment, la température au-dessus du tas de foin est égale ou supérieure à celle à l'entrée de l'air, le relais 10 n'est pas activé. Le relais 11 retombe définitivement et déclenche le moteur de ventilation. Le circuit se maintient alors dans un état tel que les relais 13 et 12 restent activés et que la ventila-

tion et déclenchée, jusqu'à écoulement d'un certain temps; on peut présélectionner ce temps, par exemple une heure, après lequel le relais temporisé 13 ouvre son contact 13b et retombe. Simultanément, le contact 13c fait activer le relais temporisé 14 qui, à son tour, excite le relais 11 par l'intermédiaire du contact 14a, ce qui provoque l'enclenchement du moteur de ventilation. Le foin est à nouveau ventilé durant par exemple 10 minutes, temps délivré par le relais temporisé 14. Au cours de cette période de ventilation, l'état du relais 10 indique à nouveau si la température au-dessus du tas de foin est plus élevée ou plus basse que la température à l'entrée de la ventilation. Si le relais n'est pas activé, la température au-dessus du tas de foin est plus élevée et la ventilation est déclenchée selon le processus décrit ci-dessus. Si toutefois la température au-dessus du tas de foin est plus basse que celle à l'entrée de la ventilation, indiquant par là que de l'humidité est à nouveau extraite du tas de foin, le relais 10 est activé et excite le relais 11, provoquant à nouveau une ventilation permanente grâce au contact 10b. L'exploitation automatique est prévue de telle sorte qu'une ventilation intermittente se produise, par exemple durant 10 minutes chaque heure. Cette mesure est d'une part indispensable pour éviter des échauffements indésirables, dont la conséquence serait de diminuer la valeur nutritive du tas de foin. D'autre part, le pont de mesure, resp. le relais 10 qui lui est attribué, contrôle si de l'humidité est évacuée ou accumulée dans le tas de foin, et ce durant chaque période de ventilation; en fonction du résultat de la mesure, une commutation en ventilation permanente s'opère ou non.

Le trépied 5 muni du câble 6 peut être retiré puis disposé à nouveau afin de permettre la mise en place du foin sur le tas de foin. Le capteur 2 pourrait aussi prendre approximativement au-dessus du milieu du tas de foin, grâce à un câble enroulé sur un dévidoir situé sous le plafond du local d'entreposage; des anneaux collecteurs ou, dans le cas d'une mesure à courant alternatif, un translateur rotatif permettent d'assurer une liaison fixe avec le circuit.

Le mesure de température de l'air à l'entrée et au-dessus du tas de foin ainsi décrite est simple et sûre. Il serait possible

de mesurer une autre grandeur physique à l'entrée et à la sortie de l'air, par exemple l'humidité absolue ou relative. Par le fait que l'air se refroidit lors de l'extraction d'humidité du tas de foin, l'humidité absolue tout comme l'humidité relative seraient, 5 dans ce cas, supérieures à celles détectées à l'entrée. Il serait possible de prévoir une commande correspondante, similaire à celle décrite ci-avant.

En lieu et place du moteur de ventilation, ou en complément au dit moteur, on peut, selon l'application du procédé de séchage 10 conforme à l'invention mentionnée dans l'introduction, commander un chauffage de l'air de séchage. Il est aussi possible d'enclencher par exemple la ventilation en permanence, puis d'y ajouter le chauffage de l'air de séchage, et ce en fonction des résultats des mesures. La commande peut encore s'opérer de manière tout-ou- 15 rien, c'est-à-dire que, dans l'exemple d'exécution décrit, le chauffage serait enclenché ou déclenché; enfin, il serait pensable de prévoir une commande analogique de la puissance de chauffage dans laquelle le déséquilibre du pont de mesure asservirait la puissance de chauffage.

20 La figure 2 permet de constater qu'une résistance ajustable est placée dans le pont de mesure. Dans l'exemple d'exécution cité, cette résistance permet de choisir une différence de température des capteurs F_1 et F_2 à partir de laquelle le relais 10 serait activé. De manière identique et dans le cas de l'application men- 25 tionnée ci-dessus, la résistance ajustable permet de sélectionner une différence de température pour laquelle le chauffage entrerait en jeu.

Revendications

1. Procédé de séchage de foin, par lequel le foin est traversé par un courant d'air, caractérisé en ce que de l'air est injecté au travers du foin de manière intermittente, qu'au moins une grandeur physique de l'air pénétrant dans le foin et de l'air évacuant le foin est mesurée, que la mesure définit si l'humidité est accumulée ou soutirée du foin, et que la ventilation intermittente se transforme en ventilation permanente dès que l'humidité a été retirée du foin.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la durée de la ventilation respective en ventilation intermittente est choisie de telle manière qu'un état quasi stationnaire règne à la fin de chaque période de ventilation.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on mesure la température de l'air pénétrant dans le foin et celle de l'air évacué du foin, et qu'il y a passage en régime à ventilation permanente lorsque la température de l'air pénétrant est supérieure à celle de l'air évacué.
4. Dispositif relatif à l'application du procédé selon les revendications 1 - 3, muni d'un mécanisme de ventilation pour le foin à sécher, caractérisé en ce qu'il comporte un premier appareillage de commande de l'enclenchement intermittent du mécanisme de ventilation, des capteurs de mesure de l'air pénétrant et de l'air évacué pour la mesure d'au moins une grandeur, ainsi qu'un second appareillage de commande qui contrôle la transition de l'exploitation du mécanisme de ventilation du mode intermittent au mode permanent, et dont le mode appliqué est subordonné aux résultats de la mesure.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il existe un pont de mesure auquel viennent se raccorder les capteurs de mesure, ainsi qu'un circuit de détection (8,10) agissant sur la commutation de l'exploitation intermittente à l'exploitation continue sur la base du sens particulier du déséquilibre du pont de mesure.
6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il existe deux relais temporisés déterminant les périodes de ventilation et les périodes de pause, et qui s'enclenchent et se déclenchent réciproquement.

7. Dispositif selon les revendications 4 - 6, caractérisé en ce qu'il existe deux commutateurs (A, H) manoeuvrables à volonté et servant à la sélection, d'une part d'une ventilation à commande automatique intermittente ou permanente, et d'autre part d'une
5 ventilation permanente à commande arbitraire.

8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le pont de mesure comporte un élément ajustable à l'aide duquel il est possible d'équilibrer, resp. de régler la différence de température à laquelle le circuit (8, 10) réagit.

10 9. Utilisation du procédé selon les revendications 1 - 3 en vue de commander le chauffage d'une installation de ventilation servant au séchage du foin, caractérisé en ce que la puissance de chauffe est augmentée lorsque de l'humidité est accumulée dans le foin.

15 10. Utilisation du procédé selon la revendication 9, en considérant que le chauffage peut s'enclencher ou se déclencher, caractérisé en ce que la différence de température provoquant l'enclenchement peut être préajustée.

20 11. Utilisation du procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que la puissance de chauffe est commandée en permanence par les résultats correspondant aux mesures.

FIG. 1

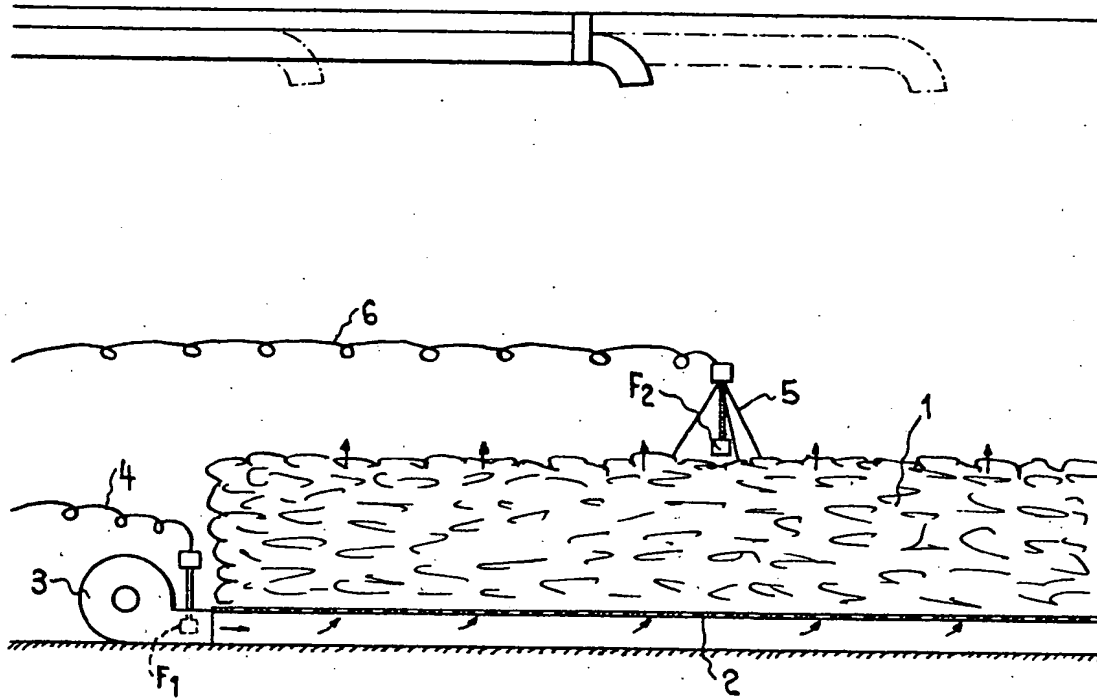
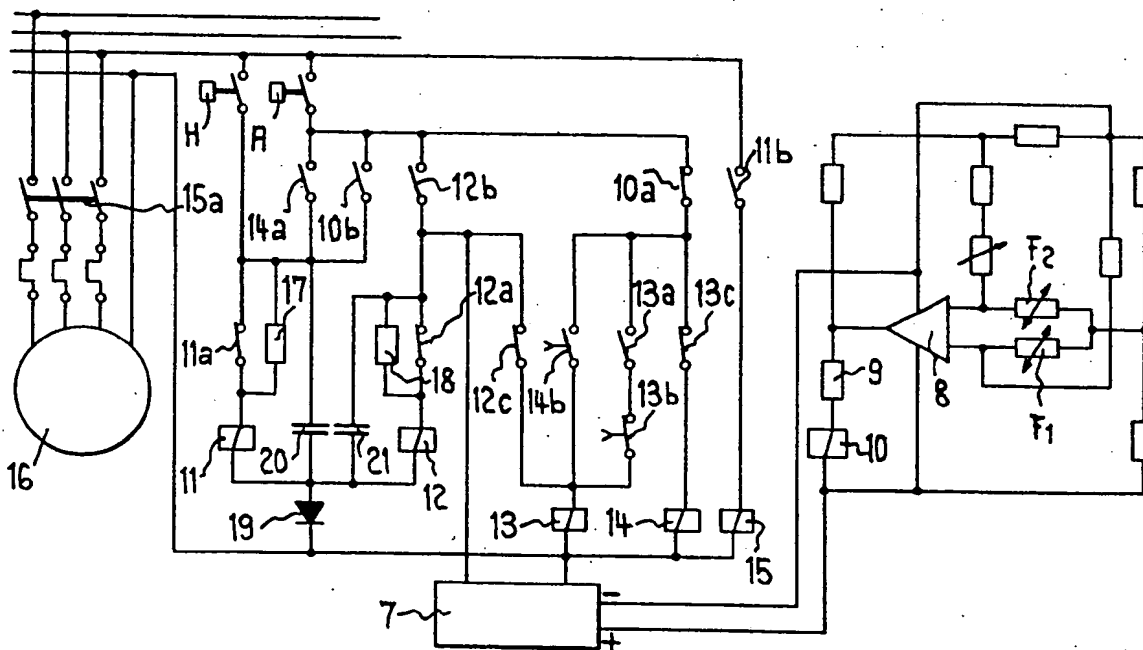


FIG. 2



THIS PAGE BLANK